(19) JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06260943 A**

(43) Date of publication of application: **16.09.94**

(51) Int. Cl **H03M 13/00**

(21) Application number: **05043504**

(22) Date of filing: **04.03.93**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

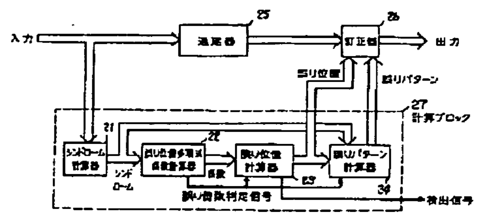
(72) Inventor: **MATSUMI CHIYOKO**

(54) **ERROR CORRECTION DEVICE**

(57) Abstract:

PURPOSE: To provide an error correction device which can calculate the value of a determinant in the small computing frequency and also can correct the errors by a lower clock or in a shorter computing time.

CONSTITUTION: A syndrome calculator 21 calculates a syndrome from an input reception series, and an error position polynomial coefficient calculator 22 calculates the coefficient of an error position polynomial from the calculated syndrome. This calculated coefficient is supplied to an error position calculator 23. Then the calculator 23 calculates an error position included in the receptioin series from the coefficient calculated by the calculator 22 and the error number deciding signal obtained from the calculator 22. Based on this error position, the syndrome and the error number deciding signal, an error pattern calculator 24 calculates an error pattern. A delay unit 25 delays the reception series by an extent equal to the time required for generation of the error pattern. Then a corrector 26 corrects the wrong digits of output of the unit 25 and outputs the corrected digits.



(19)日本国特許庁（JP）　(12) 公開特許公報（A）　(11)特許出願公開番号

特開平6－260943

(43)公開日　平成6年(1994)9月16日

(51)Int.Cl.5	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H03M　13/00		8730－5J		

審査請求　未請求　請求項の数4　OL　（全22頁）

(21)出願番号　特願平5－43504

(22)出願日　平成5年(1993)3月4日

(71)出願人　000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者　松見　知代子
大阪府門真市大字門真1006番地　松下電器産業株式会社内

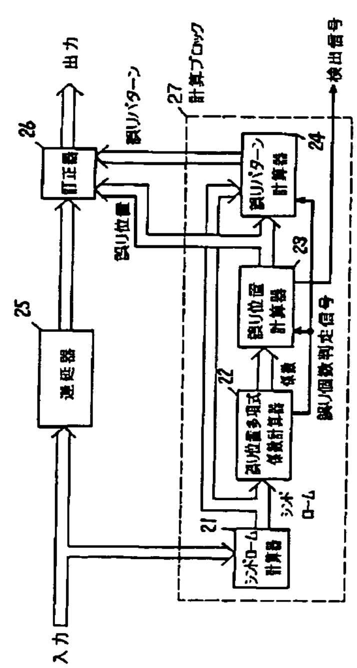
(74)代理人　弁理士　小鍜治　明　（外2名）

(54)【発明の名称】　誤り訂正装置

(57)【要約】

【目的】　本発明は、従来に比較して、少ない演算の実行回数にて行列式の値を求め、これにより低い動作クロックもしくは短い演算実行時間にて誤り訂正を行なう誤り訂正装置を提供する。

【構成】　シンドローム計算器21は、入力された受信系列からシンドロームを計算する。誤り位置多項式係数計算器22は、シンドロームから誤り位置多項式の係数を求め、この係数は誤り位置計算器23に入力される。誤り位置計算器23は係数と誤り位置多項式係数計算器22が出力する誤り個数判定信号により、受信系列中の誤り位置を計算する。この誤り位置、シンドローム及び誤り個数判定信号を用いて、誤りパターン計算器24は誤りパターンを計算する。遅延器25は誤りパターンが生成されるまでに要する時間だけ受信系列を遅延し、訂正器26は遅延器25の出力の誤ったディジットを訂正して出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】情報信号に付加して記録担体に記録再生される誤り訂正符号を復号する誤り訂正装置であって、入力された符号語をもとにシンドロームを算出するシンドローム計算器と、前記シンドロームをもとに、入力された符号語の誤り個数を判定して誤り個数判定信号を出力すると共に、前記シンドロームをもとに誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$の係数$\sigma_i$（$i=n-1, n-2, \cdots, 1, 0$）を計算する誤り位置多項式係数計算器と、この計算により求められた係数σ_iを用いて前記誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$を０とおいたときの根Ｘを求め、この根Ｘに基づいて前記誤り位置を求める誤り位置計算器と、この求められた誤り位置と前記シンドロームおよび誤り個数判定信号をもとに誤りパターンを生成する誤りパターン計算回路と、入力信号された符号語から前記誤りパターンが生成されるまでに要する時間だけ、入力された符号語を遅延させる遅延器と、前記遅延器の出力と前記誤りパターンとを用いることにより訂正された符号語を生成する訂正器とを具備したことを特徴とする誤り訂正装置。

【請求項2】誤り位置多項式係数計算器は、入力されたシンドロームに基づいて、ガロア体ＧＦ（２）の拡大体ＧＦ（2^m）（mは正の整数）の上の誤り訂正符号を復号する際、生起している誤りの個数を判定するための行列式演算、及び誤り位置多項式の係数を求めるための行列式演算を行なう場合に、低次の行列式演算を行なった後に、前記低次の行列式演算の結果を必要とする複数種類の高次の行列式演算を並列して行なうことを特徴とする請求項１記載の誤り訂正装置。

【請求項3】入力される符号語はガロア体ＧＦ（２）の拡大体ＧＦ（2^m）（mは正の整数）上の（Ｎ，Ｎ－８，９）リードソロモン符号で構成されており、誤り位置多項式係数計算器は、入力されたシンドロームに基づいて、前記リードソロモン符号を４重訂正する際に、任意にＰ＋Ｑ・ＲもしくはＰ^2＋Ｑ・Ｒを選択して計算できる計算器を用いて（・はＧＦ（2^m）上の乗算、＋はＧＦ（2^m）上の加算を示す）、行列式演算を（表１）（表２）（表３）の順序に基づいて行ない、誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$の係数$\sigma_i$（$i=n-1, n-2, \cdots, 1, 0$）を計算することを特徴とする請求項２記載の誤り訂正装置。

【表１】

3　4

順序	P	Q	R	計算値
1	S_3^2	S_2	S_4	A24
2	0	S_0	A24	
3	0	S_1	A24	
4	0	S_6	A24	
5	0	S_7	A24	
6	S_3^2	S_0	S_6	A06
7	0	A06	A24	
8	S_4^2	S_1	S_7	A17
9	0	A17	A24	
10	S_4^2	S_3	S_5	A35
11	0	A17	A35	
12	A17・A24	A06	A35	
13	0	S_1	A35	
14	0	S_0	A35	
15	0	S_7	A35	
16	0	S_6	A35	
17	S_1^2	S_0	S_2	A02
18	S_0・A24	S_4	A02	
19	S_1・A24	S_5	A02	
20	S_5^2	S_4	S_6	A46
21	A06・A24	A02	A46	
22	S_6^2	S_5	S_7	A57
23	A17・A24+A06・A35	A02	A57	

【表2】

順序	P	Q	R	計算値
24	S_7·A35	S_3	A57	
25	S_6·A35	S_2	A57	
26	S_2^2	S_1	S_3	A13
27	A17·A35	A13	A57	
28	A17·A24+A06·A35+A02·A57	A13	A46	
29	S_6·S24	S_2	A46	
30	S_7·A24	S_3	A46	
31	S_1·A35	S_5	A13	
32	S_0·A35	S_4	A13	
33	S_2^2	S_0	S_4	A04
34	S_0·A24+S_4·A02	S_2	A04	A024
35	S_1·A24+S_5·A02	S_3	A04	A025
36	S_4^2	S_2	S_6	A26
37	A06·A24+A02·A46	A04	A26	A0246
38	S_5^2	S_3	S_7	A37
39	A17·A24+A06·A35+A02·A57+A13·A46	A04	A37	
40	S_7·A35+S_3·A57	S_5	A37	A357
41	S_6·A35+S_2·A57	S_4	A37	A257
42	S_3^2	S_1	S_5	A15
43	A17·A35+A13·A57	A15	A37	A1357
44	A17·A24+A06·A35+A02·A57+A13·A46+A04·A37	A15	A26	A0257
45	S_6·S24+S_2·A46	S_4	S26	A246
46	S_7·A24+S_3·A46	S_5	A26	A247

【表3】

順序	P	Q	R	計算値
47	$S_1 \cdot A35 + S_5 \cdot A13$	S_3	A15	A135
48	$S_0 \cdot A35 + S_4 \cdot A13$	S_2	A15	A035
49	0	S_0	A357	
50	$S_0 \cdot A357$	S_1	A257	
51	$S_0 \cdot A357 + S_1 \cdot A257$	S_2	A247	
52	$S_0 \cdot A357 + S_1 \cdot A257 + S_2 \cdot A247$	S_3	A246	A0357
53	0	S_7	A024	
54	$S_7 \cdot A024$	S_6	A025	
55	$S_7 \cdot A024 + S_6 \cdot A025$	S_5	A035	
56	$S_7 \cdot A024 + S_6 \cdot A025 + S_5 \cdot A035$	S_4	A135	A0247

【請求項4】入力される符号語はガロア体GF(2)の拡大体GF(2^m)(mは正の整数)上の(N，N−6，7)リードソロモン符号で構成されており、誤り位置多項式係数計算器は、入力されたシンドロームに基づいて、前記リードソロモン符号を3重訂正する際に、任意にP＋Q・RもしくはP^2＋Q・Rを選択して計算できる計算器を用いて(・はGF(2^m)上の乗算、＋はGF(2^m)上の加算を示す)、行列式演算を(表4)の順序に基づいて行ない、誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$の係数$\sigma_i$ ($i=n-1, n-2, \cdots, 1, 0$) を計算することを特徴とする請求項2記載の誤り訂正装置。

【表4】

順序	P	Q	R	計算値
1	$S_3{}^2$	S_2	S_4	A24
2	0	S_0	A24	
3	0	S_1	A24	
4	$S_4{}^2$	S_3	S_5	A35
5	0	S_1	A35	
6	0	S_0	A35	
7	$S_1{}^2$	S_0	S_2	A02
8	S_0・A24	S_4	A02	
9	S_1・A24	S_5	A02	
10	$S_2{}^2$	S_1	S_3	A13
11	S_1・A35	S_5	A13	
12	S_0・A35	S_4	A13	
13	$S_2{}^2$	S_0	S_4	A04
14	S_0・A24+S_4・A02	S_2	A04	A024
15	S_1・A24+S_5・A02	S_3	A04	A025
16	$S_3{}^2$	S_1	S_5	A15
17	S_1・A35+S_5・A13	S_3	A15	A135
18	S_0・A35+S_4・A13	S_2	A15	A035
19	0	S_0	S_3	
20	S_0・S_3	S_1	S_2	

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ガロア拡大体上の行列式の値を求めることにより誤り訂正符号を復号する誤り訂正装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、例えばピット、ランドの長さにて信号を変調記録するコンパクトディスクや、磁気テープに与える磁化の方向の相違にて信号を記録するディジタルＶＴＲなど、いわゆる“1”、“0”のディジタル信号にて信号を記録再生する機器が製品化されている。これらの機器においては、記録メディアに記録された“1”、“0”のディジタル信号をヘッドにて読み取り、記録信号の再生を行っているが、メディアに付着した粉塵や、メディアに生じた欠陥などによるドロップアウトなどにより、記録信号を再生して復号する際に、“1”に符号化されていた信号を誤って“0”に復号化したり、本来“0”に符号化されていた信号を誤って“1”に復号化してしまうことが発生する。

【0003】このような復号化の誤りを訂正するために、上記した機器においては信号を記録する際に、情報信号に誤り訂正符号が冗長ビットとして付加されて記録されており、この誤り訂正符号を再生ブロック内に設けられた誤り訂正回路にて復号化することにより、符号化

して記録した情報信号と一致した信号を復号化することを可能としている。

【0004】以下、このような従来用いられている誤り訂正装置（例えば、特公平4−52556号公報に開示された『多数バイトエラー訂正システム』参照）について図面を参照しながら説明する。

【0005】図3はGF（2^m）（mは正の整数）上の（N，N−6，7）リードソロモン符号の誤り訂正装置のブロック図である。図3において、1はシンドローム計算器、2は誤り位置係数計算器、3は誤りパターン係＊数計算器、4は誤り位置及び誤りパターン計算器、5は遅延器である。

【0006】以上のように構成された誤り訂正装置の誤り位置係数計算器2は、シンドローム計算器1で計算されたシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$から誤り位置係数$\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$を求めており、$\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$の値は生起したと判断される誤りの個数が3である時、

【0007】

【数1】

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} S_5 & S_4 & S_3 \\ S_4 & S_3 & S_2 \\ S_3 & S_2 & S_1 \end{vmatrix}$$

$$= S_1\cdot(S_4\cdot S_4+S_3\cdot S_5)+S_2\cdot(S_3\cdot S_4+S_2\cdot S_5)+S_3\cdot(S_3\cdot S_3+S_2\cdot S_4)$$

【0008】※ ※【数2】

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} S_5 & S_4 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_1 \\ S_3 & S_2 & S_0 \end{vmatrix}$$

$$= S_0\cdot(S_4\cdot S_4+S_3\cdot S_5)+S_1\cdot(S_3\cdot S_4+S_2\cdot S_5)+S_2\cdot(S_3\cdot S_3+S_2\cdot S_4)$$

【0009】★ ★【数3】

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} S_5 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_2 & S_1 \\ S_3 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}$$

$$= S_3\cdot(S_1\cdot S_3+S_2\cdot S_2)+S_4\cdot(S_0\cdot S_3+S_1\cdot S_2)+S_5\cdot(S_1\cdot S_1+S_0\cdot S_2)$$

【0010】☆ ☆【数4】

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} S_4 & S_3 & S_2 \\ S_3 & S_2 & S_1 \\ S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}$$

$$= S_2\cdot(S_1\cdot S_3+S_2\cdot S_2)+S_3\cdot(S_0\cdot S_3+S_1\cdot S_2)+S_4\cdot(S_1\cdot S_1+S_0\cdot S_2)$$

【0011】2である時、$\Delta_0=S_1\cdot S_3+S_2\cdot S_2$、$\Delta_1=S_0\cdot S_3+S_1\cdot S_2$、$\Delta_2=S_1\cdot S_1+S_0\cdot S_2$、1である時、$\Delta_0=S_1$、$\Delta_1=S_0$である（・はGF（$2^m$）上の乗算、＋はGF（$2^m$）上の加算を示す。以下同様とする）。

【0012】この誤り位置係数計算器2のブロック図が図4である。図4において、11はGF（2^m）上の乗算器、12はGF（2^m）上の加算器である。

【0013】$\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$の計算は、全く公式通りのものである。従って例えば4個の誤りを訂正できるGF（2^m）（mは正の整数）上の（N，N−8，9）リードソロモン符号の誤り訂正装置の構成を同様に与えた場合、シンドローム計算器1で計算されたシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$から誤り位置係数$\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$を求めており、$\Delta_0, \Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$の値は、生起したと判断される誤りの個数が3以下である時、（N，N−6，7）リードソロモン符号の場合と同じであり、4である時、

【0014】

【数5】

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_5 & S_4 \\ S_6 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \end{vmatrix}$$

【0015】

【数6】

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_5 & S_3 \\ S_6 & S_5 & S_4 & S_2 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_1 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_0 \end{vmatrix}$$

【0016】
【数7】

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_4 & S_3 \\ S_6 & S_5 & S_3 & S_2 \\ S_5 & S_4 & S_2 & S_1 \\ S_4 & S_3 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}$$

【0017】
【数8】

$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} S_7 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_6 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_5 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_4 & S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}$$

【0018】
【数9】

$$\Delta_4 = \begin{vmatrix} S_6 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_3 & S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}$$

【0019】である。従って、Δ_0は（数10）で、$a=S_1, b=S_2, c=S_3, d=S_4, e=S_5, f=S_6, g=S_7$とし、$\Delta_4$は（数10）で、$a=S_0, b=S_1, c=S_2, d=S_3, e=S_4, f=S_5, g=S_6$とし、$\Delta_2$は（数11）で、$a=S_0, b=S_1, c=S_2, d=S_3, e=S_4, f=S_5, g=S_6, h=S_7$として、それぞれ公式通りに得られる。

【0020】
【数10】

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ b & c & d & e \\ c & d & e & f \\ d & e & f & g \end{vmatrix} = a \cdot \begin{vmatrix} c & d & e \\ d & e & f \\ e & f & g \end{vmatrix} + b \cdot \begin{vmatrix} b & c & d \\ d & e & f \\ e & f & g \end{vmatrix} + c \cdot \begin{vmatrix} b & c & d \\ c & d & e \\ e & f & g \end{vmatrix} + d \cdot \begin{vmatrix} b & c & d \\ c & d & e \\ d & e & f \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= a \cdot \{c \cdot (e \cdot g + f \cdot f) + d \cdot (d \cdot g + f \cdot e) + e \cdot (d \cdot f + e \cdot e)\} \\ &\quad + b \cdot \{b \cdot (e \cdot g + f \cdot f) + d \cdot (c \cdot g + f \cdot d) + e \cdot (c \cdot f + e \cdot d)\} \\ &\quad + c \cdot \{b \cdot (d \cdot g + f \cdot e) + c \cdot (c \cdot g + f \cdot d) + e \cdot (c \cdot e + d \cdot d)\} \\ &\quad + d \cdot \{b \cdot (d \cdot f + e \cdot e) + c \cdot (c \cdot f + e \cdot d) + d \cdot (c \cdot e + d \cdot d)\} \end{aligned}$$

【0021】
【数11】

$$\begin{vmatrix} a & b & d & e \\ b & c & e & f \\ c & d & f & g \\ d & e & g & h \end{vmatrix} = a \cdot \begin{vmatrix} c & e & f \\ d & f & g \\ e & g & h \end{vmatrix} + b \cdot \begin{vmatrix} b & d & e \\ d & f & g \\ e & g & h \end{vmatrix} + c \cdot \begin{vmatrix} b & d & e \\ c & e & f \\ e & g & h \end{vmatrix} + d \cdot \begin{vmatrix} b & d & e \\ c & e & f \\ d & f & g \end{vmatrix}$$

$$\begin{aligned} &= a \cdot \{c \cdot (f \cdot h + g \cdot g) + d \cdot (e \cdot h + g \cdot f) + e \cdot (e \cdot g + f \cdot f)\} \\ &\quad + b \cdot \{b \cdot (f \cdot h + g \cdot g) + d \cdot (d \cdot h + g \cdot e) + e \cdot (d \cdot g + f \cdot e)\} \\ &\quad + c \cdot \{b \cdot (e \cdot h + g \cdot f) + c \cdot (d \cdot h + g \cdot e) + e \cdot (d \cdot f + e \cdot e)\} \\ &\quad + d \cdot \{b \cdot (e \cdot g + f \cdot f) + c \cdot (d \cdot g + f \cdot e) + d \cdot (d \cdot f + e \cdot e)\} \end{aligned}$$

【0022】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記のような構成では、行列式の値を求めるには、（数1）（数2）（数3）（数4）の場合はそれぞれ乗算を9回、加算を5回、（数5）（数7）（数9）の場合はそれぞれ乗算を28回、加算を17回要し、これらの演算を行うのにソフトウェアのプログラムにて実現した場合やハードウェアとして回路化して実現した場合には、動作クロ

ックが高くもしくは演算の実行時間が長くなってしまう。あるいはハードウェアの規模が非常に大きくなるという課題を有していた。

【0023】本発明はこのような課題を解決し、従来に比較して、少ない演算の実行回数にて行列式の値を求め、これにより低い動作クロックもしくは短い演算実行時間にて誤り訂正を行う誤り訂正装置を提供することを目的とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明の誤り訂正装置は、情報信号に付加して記録担体に記録再生される誤り訂正符号を復号する誤り訂正装置であって、入力された符号語をもとにシンドロームを算出するシンドローム計算器と、前記シンドロームをもとに、入力された符号語の誤り個数を判定して誤り個数判定信号を出力すると共に、前記シンドロームをもとに誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$の係数$\sigma_i$（$i=n-1, n-2, \cdots, 1, 0$）を計算する誤り位置多項式係数計算器と、この計算により求められた係数σ_iを用いて前記誤り位置多項式$X^n+\sigma_{n-1}\cdot X^{n-1}+\sigma_{n-2}\cdot X^{n-2}+\cdots+\sigma_1\cdot X+\sigma_0$を０とおいたときの根Ｘを求め、この根Ｘに基づいて前記誤り位置を求める誤り位置計算器と、この求められた誤り位置と前記シンドロームおよび誤り個数判定信号をもとに誤りパターンを生成する誤りパターン計算回路と、入力信号された符号語から前記誤りパターンが生成されるまでに要する時間だけ、入力された符号語を遅延させる遅延器と、前記遅延器の出力と前記誤りパターンとを用いることにより訂正された符号語を生成する訂正器とを具備したことを特徴とするものである。

【0025】前記誤り位置多項式係数計算器は、入力されたシンドロームに基づいて、ガロア体ＧＦ(2)の拡大体ＧＦ（2^m）（ｍは正の整数）の上の誤り訂正符号を復号する際、生起している誤りの個数を判定するための行列式演算、及び誤り位置多項式の係数を求めるための行＊列式演算を行なう場合に、低次の行列式演算を行なった後に、前記低次の行列式演算の結果を必要とする複数種類の高次の行列式演算を並列して行なうことを特徴とする。

【0026】

【作用】本発明は、誤り位置多項式係数計算器にてこの多項式の係数を求めるに際して、行列式の計算を、低次の行列式演算を行なった後に、それらの結果を共通して必要とする高次の行列式演算を並列して行なうことにより、短い実行時間にて行列式の計算が実現でき、これにより誤り訂正を高速化することができる。また、これらの演算をハードウェア回路で実現した場合には、その回路規模を小さく抑えることができる。

【0027】

【実施例】本発明の誤り訂正装置についての実施例を説明する。

【0028】図１は本発明の誤り訂正装置の一実施例におけるブロック図である。図１において、21はシンドローム計算器、22は誤り位置多項式係数計算器、23は誤り位置計算器、24は誤りパターン計算器、25は遅延器、26は訂正器である。また27は、シンドローム計算器21、誤り位置多項式係数計算器22、誤り位置計算器23、誤りパターン計算器24をまとめて、以後、計算ブロックと称する。以下、ＧＦ（2^8）上の（Ｎ，Ｎ－８，９）リードソロモン符号を４重訂正するものとして説明する。

【0029】まず、入力データである受信系列Ｒ＝（$r_{N-1}, r_{N-2}, \cdots, r_1, r_0$）がシンドローム計算器21に入力され、シンドローム計算器21はシンドロームＳ＝（$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$）を計算する。また、この受信系列Ｒは遅延器25にも入力され、遅延器25では、誤り訂正計算ブロック27で誤り訂正に必要な後述する計算を行っている間、受信系列Ｒを遅延させる。上記シンドロームＳの算出は（数１２）に基づいて行なわれる。

【0030】

【数１２】

$$S_k = \sum_{j=0}^{N-1} r_j \cdot (\alpha^j)^k \quad (k=0,1,\cdots,7)$$

但し、αはＧＦ（2^m）の原始元とする。

【0031】ここで、送信された符号系列をＣ＝（$c_{N-1}, c_{N-2}, \cdots, c_1, c_0$）とすると、この符号系列Ｃと受信系列Ｒの間には、誤り系列をＥ＝（$e_{N-1}, e_{N-2}, \cdots, e_1, e_0$）として（数１３）の関係式が成り立つ。誤り系列ＥはＮ個の要素のうち、誤りの生起している要素は誤りパターンで、誤りの生起していない要素は０である系列とする。従って、（数１２）を（数１４）とすることができ、かつ（数１５）を満たすように符号化がなされているため、（数１６）が成立する。なお、本発明では、先頭から（Ｎ－ｊ）番目（$j=0,1,\cdots,N-2,N-1$）のディジットの誤り位置をα^jで与えるものとする。

【0032】

【数１３】

17 18

$$R=C+E=(c_{N-1}+e_{N-1},c_{N-2}+e_{N-2},\cdots,c_j+e_j,\cdots,c_1+e_1,c_0+e_0)$$

$$C=R+E=(r_{N-1}+e_{N-1},r_{N-2}+e_{N-2},\cdots,r_j+e_j,\cdots,r_1+e_1,r_0+e_0)$$

【００３３】＊ ＊【数１４】

$$S_k=\sum_{j=0}^{N-1}(c_j+e_j)\cdot(\alpha^j)^k \qquad (k=0,1,\cdots,7)$$

【００３４】※ ※【数１５】

$$S_k=\sum_{j=0}^{N-1}c_j\cdot(\alpha^j)^k=0 \qquad (k=0,1,\cdots,7)$$

【００３５】★ ★【数１６】

$$S_k=\sum_{j=0}^{N-1}e_j\cdot(\alpha^j)^k \qquad (k=0,1,\cdots,7)$$

【００３６】受信系列Ｒに誤りがなければ、即ちＥ＝(0, 0, …, 0, 0) であれば、明らかにシンドロームＳ＝(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0) となる。

【００３７】上述のシンドロームＳをもとに、誤り位置多項式の係数を誤り位置多項式計算器22で計算する。この計算については後で詳細に説明する。なお、誤りの個数をｖ（v＝1, 2, 3, 4）とし、誤り位置をX_k (k＝1, …, v) とすると、誤り位置多項式は（数１７）で表されるものである。誤り位置多項式計算器22で計算された係数σ_j (j＝0, …, v-1) をもとに、誤り位置多項式を零とおいて、その根である誤り位置を誤り位置計算器23で計算する。ここで、根として得られた値が誤り位置として不適であった場合（重根の場合、根＝０の場合、誤り位置が符号語の範囲を越えた場合など）、または根が得られなかった場合には５重以上の誤りが生起しているとして検出信号を付加する。

【００３８】

【数１７】

$$\sum_{j=0}^{v}X^j\cdot\sigma_j=\prod_{k=1}^{v}(X+X_k)$$

$$但し、\sigma_v=1$$

【００３９】次に、シンドロームＳと求められた誤り位置X_k (k＝1, …, v) とを用いて、対応する誤りパターンY_k (k＝1, …, v) を誤りパターン計算器24で計算する。（数１６）より明らかに、ｖ＝１の時は$S_0=Y_1$、ｖ＝２の時は（数１８）、ｖ＝３の時は（数１９）、ｖ＝４の時は（数２０）が明らかに成立する。これらの関係式はY_kのｖ元１次連立方程式であり、誤りパターンY_kをたやすく求めることができる。

【００４０】

【数１８】

$$S_0=Y_1+Y_2$$
$$S_1=Y_1\cdot X_1+Y_2\cdot X_2$$

【００４１】

【数１９】

$$S_0=Y_1+Y_2+Y_3$$
$$S_1=Y_1\cdot X_1+Y_2\cdot X_2+Y_3\cdot X_3$$
$$S_2=Y_1\cdot X_1^2+Y_2\cdot X_2^2+Y_3\cdot X_3^2$$

【００４２】

【数２０】

$$S_0=Y_1+Y_2+Y_3+Y_4$$
$$S_1=Y_1\cdot X_1+Y_2\cdot X_2+Y_3\cdot X_3+Y_4\cdot X_4$$
$$S_2=Y_1\cdot X_1^2+Y_2\cdot X_2^2+Y_3\cdot X_3^2+Y_4\cdot X_4^2$$
$$S_3=Y_1\cdot X_1^3+Y_2\cdot X_2^3+Y_3\cdot X_3^3+Y_4\cdot X_4^3$$

【００４３】上記の計算を実行している間、受信系列Ｒは遅延器25で遅延され、（数１３）に基づいて、この遅延された系列と求められた誤り系列との排他的論理和（Exclusive-OR）を訂正器26で求めることにより、誤り訂正は完了する。

【００４４】次に、本実施例の誤り訂正装置における誤り位置多項式係数計算器22について詳細に説明する。図２は誤り位置多項式係数計算器22のブロック図である。図２において、31は０誤り判定器、32は１誤り判定器、33は２誤り判定器、34は３誤り判定器、35は１誤り判定係数計算器、36は２誤り判定係数計算器、37は３誤り判定係数計算器、38は１次位置多項式係数計算器、39は２次位置多項式係数計算器、40は３次位置多項式係数計算器、41は４次位置多項式係数計算器、42は選択器であ

る。

【0045】まず、シンドローム計算器21で計算されたシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$は、0誤り判定器31、1誤り判定係数計算器35、2誤り判定係数計算器36、3誤り判定係数計算器37に入力される。以下、計算されるシーケンスに従って説明する。

【0046】（1）0誤り判定器31は、$S_0=S_1=S_2=S_3=S_4=S_5=S_6=S_7=0$ であれば誤りは0個であると判定し、誤り個数が0個であることを示す判定信号を出力する。この0誤り判定器31は、例えば、S_0～S_7が全て0であるときにのみハイレベル信号を出力する論理回路で構成することができる。

【0047】（2）1誤り判定係数計算器35は、入力されたシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$から、（数21）～（数26）で与えられる1誤り判定係数A02, A13, A24, A35, A46, A57を求める。

【0048】

【数21】

$$A02=\begin{vmatrix} S_2 & S_1 \\ S_1 & S_0 \end{vmatrix}=S_0\cdot S_2+S_1{}^2$$

【0049】

【数22】

$$A13=\begin{vmatrix} S_3 & S_2 \\ S_2 & S_1 \end{vmatrix}=S_1\cdot S_3+S_2{}^2$$

【0050】

【数23】

$$A24=\begin{vmatrix} S_4 & S_3 \\ S_3 & S_2 \end{vmatrix}=S_2\cdot S_4+S_3{}^2$$

【0051】

【数24】

$$A35=\begin{vmatrix} S_5 & S_4 \\ S_4 & S_3 \end{vmatrix}=S_3\cdot S_5+S_4{}^2$$

【0052】

【数25】

$$A46=\begin{vmatrix} S_6 & S_5 \\ S_5 & S_4 \end{vmatrix}=S_4\cdot S_6+S_5{}^2$$

【0053】

【数26】

$$A57=\begin{vmatrix} S_7 & S_6 \\ S_6 & S_5 \end{vmatrix}=S_5\cdot S_7+S_6{}^2$$

【0054】1誤り判定器32は、A02＝A13＝A24＝A35＝A46＝A57＝0 であれば誤りは1個であると判定し、誤り個数が1個であることを示す判定信号を出力する。この1誤り判定器32は、例えば、A02, A13, A24, A35, A46, A57が全て0であるときにのみハイレベル信号を出力する論理回路で構成することができる。この時、1次位置多項式係数計算器38で、

$$\sigma_{10} = S_1 / S_0 \qquad \cdots (1)$$

を求め、選択器42では$\sigma_0=\sigma_{10}$、σ_1＝不定、σ_2＝不定、σ_3＝不定を出力する。

【0055】（3）2誤り判定係数計算器36は、入力されたシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$から、まず、

$$A04 = S_0\cdot S_4 + S_2{}^2 \qquad \cdots (2)$$

$$A15 = S_1\cdot S_5 + S_3{}^2 \qquad \cdots (3)$$

$$A26 = S_2\cdot S_6 + S_4{}^2 \qquad \cdots (4)$$

$$A37 = S_3\cdot S_7 + S_5{}^2 \qquad \cdots (5)$$

を求め、次に（数27）～（数30）で与えられる2誤り判定係数$A_{024}, A_{135}, A_{246}, A_{357}$を求める。

【0056】

【数27】

$$A024=\begin{vmatrix} S_4 & S_3 & S_2 \\ S_3 & S_2 & S_1 \\ S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}=S_0\cdot A24+S_2\cdot A04+S_4\cdot A02$$

【0057】

【数28】

$$A135=\begin{vmatrix} S_5 & S_4 & S_3 \\ S_4 & S_3 & S_2 \\ S_3 & S_2 & S_1 \end{vmatrix}=S_1\cdot A35+S_3\cdot A15+S_5\cdot A13$$

【0058】

【数29】

$$A246 = \begin{vmatrix} S_6 & S_5 & S_4 \\ S_5 & S_4 & S_3 \\ S_4 & S_3 & S_2 \end{vmatrix} = S_2 \cdot A46 + S_4 \cdot S26 + S_6 \cdot S24$$

【0059】 ＊ ＊【数30】

$$A357 = \begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_5 \\ S_6 & S_5 & S_4 \\ S_5 & S_4 & S_3 \end{vmatrix} = S_3 \cdot A57 + S_5 \cdot A37 + S_7 \cdot A35$$

【0060】２誤り判定器33は、A024＝A135＝A246＝A357＝0 であれば誤りは２個であると判定し、誤り個数が２個であることを示す判定信号を出力する。この２誤り判定器33は、例えば、A_{024}, A_{135}, A_{246}, A_{357}が全て０で※あるときにのみハイレベル信号を出力する論理回路で構成することができる。この時、２次位置多項式係数計算器39で、

$$\sigma_{21} = (S_0 \cdot S_3 + S_1 \cdot S_2) / A02 \qquad \cdots (6)$$

$$\sigma_{20} = A13 / A02 \qquad \cdots (7)$$

を求め、選択器42では$\sigma_0 = \sigma_{20}$、$\sigma_1 = \sigma_{21}$、σ_2＝不定、σ_3＝不定を出力する。

★【0062】

【数31】

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ B & C & D \\ C & D & E \end{vmatrix}$$

【0061】（数２７）～（数３０）により、A024, A135, A246, A357を求めることは、ＧＦ（2^n）上の行列式（数３１）を（数３２）のように展開して行列式の値を求めることに相当する。これは、例えば、（数２７）において計算に使用されるシンドロームS_0, S_1, S_2, S_3, S_4を、（数３２）に示した行列式におけるA, B, C, D, Eにそれぞれ対応させて考えるとわかりやすい。 ★

【0063】

【数32】

$$\begin{vmatrix} A & B & C \\ B & C & D \\ C & D & E \end{vmatrix} = A \cdot (C \cdot E + D^2) + B(B \cdot E + C \cdot D) + C \cdot (B \cdot D + C^2)$$

$$= A \cdot (C \cdot E + D^2) + C \cdot C^2 \qquad + E \cdot B^2$$

$$= A \cdot (C \cdot E + D^2) + C \cdot (A \cdot E + C^2) + E \cdot (A \cdot C + B^2)$$

【0064】（数３２）によれば、この行列式の計算には、６回の乗算、５回の加算、３回の２乗演算が必要であるが、$C \cdot E + D^2$, $A \cdot E + C^2$, $A \cdot C + B^2$が予め計算されていれば、３回の乗算と２回の加算のみで演算は可能となる。上述した演算においては、行列式は４個であり、本来は２４回の乗算、２０回の加算、１２回の２乗演算が必要とされる。本実施例では、A04, A15, A26, A37を本ステッ☆プで計算する必要があるが、A02, A13, A24, A35, A46, A57は１誤り判定係数計算器35で既に計算されていることから、１６回の乗算、１２回の加算、４回の２乗演算のみで行列式を計算することができ、行列式計算を簡単化できる。

【0065】（４）３誤り判定係数計算器37は、入力されたシンドロームS_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7から、まず

$$A06 = S_0 \cdot S_6 + S_3{}^2 \qquad \cdots (8)$$

$$A17 = S_1 \cdot S_7 + S_4{}^2 \qquad \cdots (9)$$

を求め、次に（数３３）（数３４）で与えられる３誤り判定係数A_{0246}, A_{1357}を求める。

【0066】

【数33】

$$A0246 = \begin{vmatrix} S_6 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_3 & S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix} = A02\cdot A46 + A04\cdot A26 + A06\cdot A24$$

【0067】 ＊ ＊【数34】

$$A1357 = \begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_5 & S_4 \\ S_6 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_1 \end{vmatrix} = A13\cdot A57 + A15\cdot A37 + A17\cdot A35$$

【0068】３誤り判定器34は A0246＝A1357＝0 であれば誤りは３個であると判定し、誤りが３個であること示す判定信号を出力する。この３誤り判定器34は、例えば、A0246, A1357がともに０であるときにのみハイレベル信号を出力する論理回路で構成することができる。

【0069】（数３３）（数３４）により、A0246, A1357を求めることは、ＧＦ（2^m）上の行列式（数３５）を（数３６）のように展開して行列式の値を求めることに相当する。これは、例えば、（数３３）において計算に使用されるシンドロームS_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6を、（数３６）に示した行列式におけるA, B, C, D, E, F, Gにそれぞ※

※れ対応させて考えるとわかりやすい。

【００７０】

【数３５】

$$\begin{vmatrix} A & B & C & D \\ B & C & D & E \\ C & D & E & F \\ D & E & F & G \end{vmatrix}$$

【００７１】

【数３６】

$$\begin{vmatrix} A & B & C & D \\ B & C & D & E \\ C & D & E & F \\ D & E & F & G \end{vmatrix} = (A\cdot C+B^2)\cdot(E\cdot G+F^2)+(C\cdot E+D^2)^2 + (D\cdot F+E^2)\cdot(A\cdot E+B\cdot D)+(B\cdot D+C^2)\cdot(C\cdot G+D\cdot F) + (B\cdot E+C\cdot D)\cdot(C\cdot F+D\cdot E)+(A\cdot D+B\cdot C)\cdot(D\cdot G+E\cdot F)$$

$$= (A\cdot C+B^2)\cdot(E\cdot G+F^2)+(A\cdot E+C^2)\cdot(C\cdot G+E^2)+(A\cdot G+D^2)\cdot(C\cdot E+D^2)$$

【００７２】（数３６）によれば、この行列式の計算には、９回の乗算、８回の加算、６回の２乗演算が必要であるが、$A\cdot C+B^2$, $E\cdot G+F^2$, $A\cdot E+C^2$, $C\cdot G+E^2$, $A\cdot G+D^2$, $C\cdot E+D^2$が予め計算されていれば、３回の乗算と２回の加算のみで演算は可能となる。上述した演算においては行列式は２個であり、本来は１８回の乗算、１６回の加算、１２回の２乗演算が必要とされる。本実施例では、A06, A17を本ステップで計算する必要があるが、A02, A13, A24, A3★

★5, A46, A57は１誤り判定係数計算器35で、A04, A15, A26, A37は２誤り判定係数計算器36で既に計算されていることから、８回の乗算、６回の加算、２回の２乗演算のみで行列式を計算することができ、行列式演算を簡単化できる。

【００７３】（５）３誤り判定係数計算器37で、誤りが３個であると判定された場合には、３次位置多項式係数計算器40で、

$$\sigma_{32} = A025／A024 \quad \cdots (10)$$

$$\sigma_{31} = A035／A024 \quad \cdots (11)$$

$$\sigma_{30} = A135／A024 \quad \cdots (12)$$

を求め、選択器42では$\sigma_0 = \sigma_{30}$、$\sigma_1 = \sigma_{31}$、$\sigma_2 = \sigma_{32}$、σ_3＝不定を出力する。但し、A025, A035はそれぞれ（数３７）（数３８）で与えられるものである。☆

☆【００７４】

【数３７】

$$A025 = \begin{vmatrix} S_5 & S_3 & S_2 \\ S_4 & S_2 & S_1 \\ S_3 & S_1 & S_0 \end{vmatrix} = S_1\cdot A24 + S_3\cdot A04 + S_5\cdot A02$$

【００７５】 【数３８】

$$A035=\begin{vmatrix} S_5 & S_4 & S_2 \\ S_4 & S_3 & S_1 \\ S_3 & S_2 & S_0 \end{vmatrix}=S_0\cdot A35+S_2\cdot A15+S_4\cdot A13$$

【0076】（数３７）（数３８）式によりA025, A035を求めることは、ＧＦ（2^m）上の行列式（数３９）を（数４０）のように展開して行列式の値を求めることに相当する。これは、例えば、（数３７）において計算に使用されるシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5$を、（数４０）に示した行列式におけるA, B, C, D, E, Fにそれぞれ対応させて考えるとわかりやすい。

【0077】

【数３９】

$$\begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & B \\ C & D & F \end{vmatrix}$$

【0078】

【数４０】

$$\begin{vmatrix} A & B & D \\ B & C & E \\ C & D & F \end{vmatrix}=A\cdot(C\cdot F+D\cdot E)+B(B\cdot F+D^2)+C\cdot(B\cdot E+C\cdot D)$$

$$=B\cdot(C\cdot E+D^2)+D\cdot(A\cdot E+C^2)+F\cdot(A\cdot C+B^2)$$

【0079】（数４０）によれば、この行列式の計算には、６回の乗算、５回の加算、３回の２乗演算が必要であるが、$C\cdot E+D^2, A\cdot E+C^2, A\cdot C+B^2$が予め計算されていれば、３回の乗算と２回の加算のみで演算は可能となる。上述した演算においては行列式は２個であり、本来は１２回の乗算、１０回の加算、６回の２乗演算が必要とされる。本実施例では、A02, A13, A24, A35は１誤り判定係数計算器35、A04, A15は２誤り判定係数計算器36にて既に計算されていることから、６回の乗算、４回の加算のみで行列式を計算することができ、行列式演算を簡単化できる。

【0080】（６）誤りが３個より大きいと判定された場合には、４次位置多項式係数計算器41で、まず上記したA025, A035と同様に、

【0081】

【数４１】

$$A247=\begin{vmatrix} S_7 & S_5 & S_4 \\ S_6 & S_4 & S_3 \\ S_5 & S_3 & S_2 \end{vmatrix}=S_3\cdot A46+S_5\cdot A26+S_7\cdot A24$$

【0082】

【数４２】

$$A257=\begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_4 \\ S_6 & S_5 & S_3 \\ S_5 & S_4 & S_2 \end{vmatrix}=S_2\cdot A57+S_4\cdot A37+S_6\cdot A35$$

【0083】を求め、次に、

$\sigma_{43}=A0247／A0246$ …（13）

$\sigma_{42}=A0257／A0246$ …（14）

$\sigma_{41}=A0357／A0246$ …（15）

$\sigma_{40}=A1357／A0246$ …（16）

を求め、選択器42では$\sigma_0=\sigma_{40}$、$\sigma_1=\sigma_{41}$、$\sigma_2=\sigma_{42}$、$\sigma_3=\sigma_{43}$を出力する。但し、A0247, A0257, A0357はそれぞれ（数４３）（数４４）（数４５）で与えられるものである。

【0084】

【数４３】

$$A0247=\begin{vmatrix} S_7 & S_5 & S_4 & S_3 \\ S_6 & S_4 & S_3 & S_2 \\ S_5 & S_3 & S_2 & S_1 \\ S_4 & S_2 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}=S_7\cdot A024+S_6\cdot A025+S_5\cdot A035+S_4\cdot A135$$

【0085】

【数４４】

$$A0257=\begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_4 & S_3 \\ S_6 & S_5 & S_3 & S_2 \\ S_5 & S_4 & S_2 & S_1 \\ S_4 & S_3 & S_1 & S_0 \end{vmatrix}=A02\cdot A57+A04\cdot A37+A06\cdot A35+A13\cdot A46+A15\cdot A26+A17\cdot A24$$

【００８６】

＊＊【数４５】

$$A0357=\begin{vmatrix} S_7 & S_6 & S_5 & S_3 \\ S_6 & S_5 & S_4 & S_2 \\ S_5 & S_4 & S_3 & S_1 \\ S_4 & S_3 & S_2 & S_0 \end{vmatrix}=S_0\cdot A357+S_1\cdot A257+S_2\cdot A247+S_3\cdot A246$$

【００８７】A0247, A0357については、A247, A257は本ステップで計算されるが、A24, A35, A46, A57は１誤り判定係数計算器35で、A26, A37, A024, A135, A246, A357は２誤り判定係数計算器36で、A025, A035は３次位置多項式係数計算器40で既に求められていることから、１４回の乗算、１０回の加算のみで行列式を計算することができ、行列式演算を簡単化できる。

【００８８】（数４４）によりA0257を求めることは、ＧＦ（2^m）上の行列式（数４６）を（数４７）のように展開して行列式の値を求めることに相当する。これは、例えば、（数４４）において計算に使用されるシンドローム$S_0, S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7$を、（数４７）に示した※行列式におけるA, B, C, D, E, F, G, Hにそれぞれ対応させて考えるとわかりやすい。

【００８９】

【数４６】

$$\begin{vmatrix} A & B & D & E \\ B & C & E & F \\ C & D & F & G \\ D & E & G & H \end{vmatrix}$$

【００９０】

【数４７】

$$\begin{vmatrix} A & B & D & E \\ B & C & E & F \\ C & D & F & G \\ D & E & G & H \end{vmatrix}=(A\cdot C+B^2)\cdot(F\cdot H+G^2)+(C\cdot E+D^2)\cdot(D\cdot F+E^2)+(E\cdot G+F^2)\cdot(A\cdot E+B\cdot D)+(B\cdot D+C^2)\cdot(C\cdot H+E\cdot G)+(A\cdot D+B\cdot C)\cdot(E\cdot H+F\cdot G)+(B\cdot E+C\cdot D)\cdot(D\cdot G+E\cdot F)$$

$$=(A\cdot C+B^2)\cdot(F\cdot H+G^2)+(A\cdot E+C^2)\cdot(D\cdot H+F^2)+(A\cdot G+D^2)\cdot(D\cdot F+E^2)+(B\cdot D+C^2)\cdot(E\cdot G+F^2)+(B\cdot F+D^2)\cdot(C\cdot G+E^2)+(B\cdot H+E^2)\cdot(C\cdot E+D^2)$$

【００９１】（数４７）によれば、この行列式の計算には、１８回の乗算、１７回の加算、６回の２乗演算が必要であるが、$A\cdot C+B^2, F\cdot H+G^2, A\cdot E+C^2, D\cdot H+F^2, A\cdot G+D^2, D\cdot F+E^2, B\cdot D+C^2, E\cdot G+F^2, B\cdot F+D^2, C\cdot G+E^2, B\cdot H+E^2, C\cdot E+D^2$が予め計算されていれば、６回の乗算と５回の加算のみで演算は可能となる。

【００９２】本実施例では、A02, A13, A24, A35, A46, A57は１誤り判定係数計算器35で、A04, A15, A26, A37は２誤り判定係数計算器36で、A06, A07は３誤り判定係数計算器37で既に計算されていることから、６回の乗算、５回の加算のみでこの行列式を計算することができ、行列式演算を簡単化できる。

【００９３】以上の説明より明らかなように、４重誤り訂正には（数２１）～（数３０）、（数３３）、（数３４）、（数３７）、（数３８）、（数４３）～（数４５）に示す、２次の行列式を６個、３次の行列式を６個、４次の行列式を５個求める必要があるが、これらの行列式の展開式には共通項が多く、例えば、（数２１）～（数２６）の結果を用いれば、（数２７）～（数３０）、（数３３）、（数３４）、（数３７）、（数３８）の計算を簡単化できる。同様に、（数２１）～（数２６）の結果を用いれば、（数４４）の計算を簡単化できる。さらに、（数２７）～（数３０）、（数３７）、（数３８）の結果を用いれば、（数４３）（数４５）の計算を簡単化でき、また中間値として（２）式～（５）式、（８）式、（９）式を求めておけば（数２７）～（数３０）、（数３３）、（数３４）（数３７）（数３８）（数４４）の計算を簡単化できる。

【００９４】上記した前後関係を前提とする計算順序が（表５）（表６）（表７）に示されている。ここで用いている計算手段は、１動作期間内に$P+Q\cdot R$もしくは$P^2+Q\cdot R$を計算できること、及びこのどちらかの計算を任意に選択できることを仮定している。また、P=0もあり得る。

【0095】

【表5】

順序	P	Q	R	計算値
1	S_3^2	S_2	S_4	A24
2	0	S_0	A24	
3	0	S_1	A24	
4	0	S_6	A24	
5	0	S_7	A24	
6	S_3^2	S_0	S_6	A06
7	0	A06	A24	
8	S_4^2	S_1	S_7	A17
9	0	A17	A24	
10	S_4^2	S_3	S_5	A35
11	0	A17	A35	
12	A17·A24	A06	A35	
13	0	S_1	A35	
14	0	S_0	A35	
15	0	S_7	A35	
16	0	S_6	A35	
17	S_1^2	S_0	S_2	A02
18	S_0·A24	S_4	A02	
19	S_1·A24	S_5	A02	
20	S_5^2	S_4	S_6	A46
21	A06·A24	A02	A46	
22	S_6^2	S_5	S_7	A57
23	A17·A24+A06·A35	A02	A57	

【0096】

【表6】

31 32

順序	P	Q	R	計算値
24	$S_7 \cdot A35$	S_3	A57	
25	$S_6 \cdot A35$	S_2	A57	
26	S_2^2	S_1	S_3	A13
27	$A17 \cdot A35$	A13	A57	
28	$A17 \cdot A24+A06 \cdot A35+A02 \cdot A57$	A13	A46	
29	$S_6 \cdot S24$	S_2	A46	
30	$S_7 \cdot A24$	S_3	A46	
31	$S_1 \cdot A35$	S_5	A13	
32	$S_0 \cdot A35$	S_4	A13	
33	S_2^2	S_0	S_4	A04
34	$S_0 \cdot A24+S_4 \cdot A02$	S_2	A04	A024
35	$S_1 \cdot A24+S_5 \cdot A02$	S_3	A04	A025
36	S_4^2	S_2	S_6	A26
37	$A06 \cdot A24+A02 \cdot A46$	A04	A26	A0246
38	S_5^2	S_3	S_7	A37
39	$A17 \cdot A24+A06 \cdot A35+A02 \cdot A57+A13 \cdot A46$	A04	A37	
40	$S_7 \cdot A35+S_3 \cdot A57$	S_5	A37	A357
41	$S_6 \cdot A35+S_2 \cdot A57$	S_4	A37	A257
42	S_3^2	S_1	S_5	A15
43	$A17 \cdot A35+A13 \cdot A57$	A15	A37	A1357
44	$A17 \cdot A24+A06 \cdot A35+A02 \cdot A57+A13 \cdot A46+A04 \cdot A37$	A15	A26	A0257
45	$S_6 \cdot S24+S_2 \cdot A46$	S_4	S26	A246
46	$S_7 \cdot A24+S_3 \cdot A46$	S_5	A26	A247

【0097】 【表7】

順序	P	Q	R	計算値
47	$S_1 \cdot A35 + S_5 \cdot A13$	S_3	A15	A135
48	$S_0 \cdot A35 + S_4 \cdot A13$	S_2	A15	A035
49	0	S_0	A357	
50	$S_0 \cdot A357$	S_1	A257	
51	$S_0 \cdot A357 + S_1 \cdot A257$	S_2	A247	
52	$S_0 \cdot A357 + S_1 \cdot A257 + S_2 \cdot A247$	S_3	A246	A0357
53	0	S_7	A024	
54	$S_7 \cdot A024$	S_6	A025	
55	$S_7 \cdot A024 + S_6 \cdot A025$	S_5	A035	
56	$S_7 \cdot A024 + S_6 \cdot A025 + S_5 \cdot A035$	S_4	A135	A0247

【００９８】同様に、ＧＦ（2^{8}）上の（Ｎ，Ｎ－６，７）リードソロモン符号を用いて３重誤り訂正を行なう場合の、上述の説明と同様の主旨の計算順序を（表８）に示されている。ここで用いている計算手段は、上記の４重誤り訂正の場合と同様に、１動作期間内に$P+Q \cdot R$もしくは$P^2+Q \cdot R$を計算できること、及びこのどちらかの計算を任意に選択できることを仮定している。また、$P=0$もあり得る。

【００９９】

【表８】

順序	P	Q	R	計算値
1	S_3^2	S_2	S_4	A24
2	0	S_0	A24	
3	0	S_1	A24	
4	S_4^2	S_3	S_5	A35
5	0	S_1	A35	
6	0	S_0	A35	
7	S_1^2	S_0	S_2	A02
8	$S_0 \cdot A24$	S_4	A02	
9	$S_1 \cdot A24$	S_5	A02	
10	S_2^2	S_1	S_3	A13
11	$S_1 \cdot A35$	S_5	A13	
12	$S_0 \cdot A35$	S_4	A13	
13	S_2^2	S_0	S_4	A04
14	$S_0 \cdot A24 + S_4 \cdot A02$	S_2	A04	A024
15	$S_1 \cdot A24 + S_5 \cdot A02$	S_3	A04	A025
16	S_3^2	S_1	S_5	A15
17	$S_1 \cdot A35 + S_5 \cdot A13$	S_3	A15	A135
18	$S_0 \cdot A35 + S_4 \cdot A13$	S_2	A15	A035
19	0	S_0	S_3	
20	$S_0 \cdot S_3$	S_1	S_2	

【0100】以上のように、本発明の誤り訂正装置の実施例においては、誤り訂正を実現するのに共通して必要な結果を繰り返して計算しないように計算順序を設定しているので、最短の実行時間で必要な行列式の値が得ることができ、これにより、短い処理時間にて符号の誤り訂正を実現している。

【0101】実際にこのような順序で計算するためには、先に計算した低次の行列式の値を保持する回路（ハードウェアの場合）もしくは領域（ソフトウェアの場合）が必要であるが、それらが不足する場合には、2度以上同じ値を計算しなければならないこともあり得る。しかし、一部でも先の計算結果を共通して用いることができれば、用いただけ実行時間を短縮できる。

【0102】なお、本実施例では、$GF(2^m)$上の（N，N－8，9）リードソロモン符号もしくは（N，N－6，7）リードソロモン符号を扱っているが、任意の符号長、任意の情報記号数、任意の体上のリードソロモン符号に対して同様に系統的な計算を行なうことができる。また、4重訂正を行なうとしているが、何重訂正であっても符号の能力を越えない範囲であればこの計算方法を適用できる。また、計算手段がどのようなものであっても本発明は適用可能であり、計算順序も（表5）（表6）（表7）もしくは（表8）に示したもの以外でもよい。

【0103】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明

は、誤り位置多項式係数計算器にてこの多項式の係数を求めるに際して、行列式の計算を、低次の行列式演算を行なった後にそれらの結果を共通して必要とする高次の行列式演算を行なうことにより、行列式計算を簡単化することができる。従って、誤り訂正をソフトウェアのプログラムとして実現する場合にはプログラムステップ数の低減が可能となり、ハードウェアとして回路化した場合には動作クロックの低速化または実行時間の短縮と回路規模の低減が可能となり、その実用的効果は大きいものがある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の誤り訂正装置の一実施例におけるブロック図

【図２】本発明に係る誤り位置多項式係数計算器のブロック図

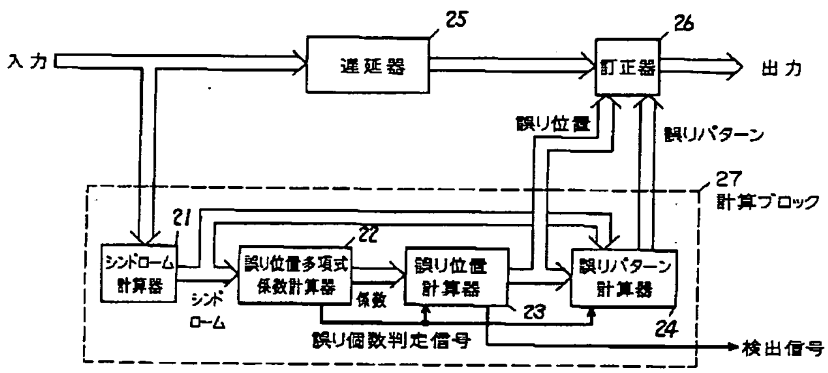
【図３】従来の誤り訂正装置のブロック図

【図４】従来の誤り訂正装置の誤り位置係数計算器のブロック図

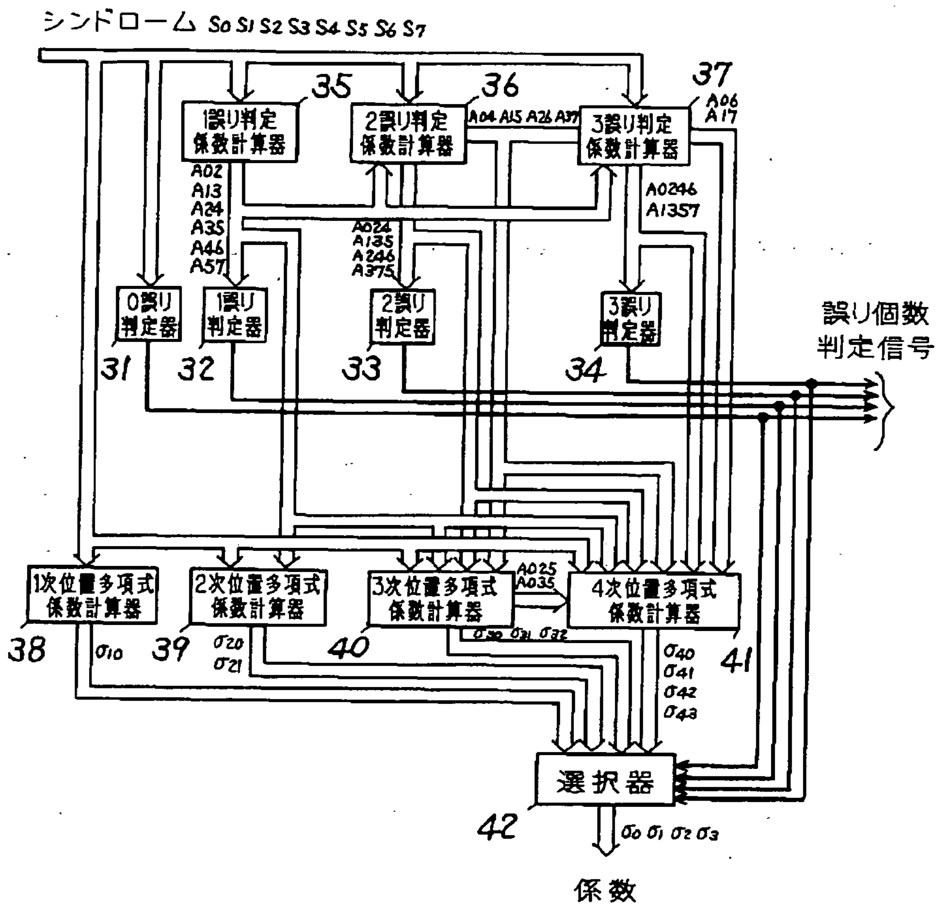
【符号の説明】

21 シンドローム計算器
22 誤り位置多項式係数計算器
23 誤り位置計算器
24 誤りパターン計算器
25 遅延器
26 訂正器
27 計算ブロック
31 ０誤り判定器
32 １誤り判定器
33 ２誤り判定器
34 ３誤り判定器
35 １誤り判定係数計算器
36 ２誤り判定係数計算器
37 ３誤り判定係数計算器
38 １次位置多項式係数計算器
39 ２次位置多項式係数計算器
40 ３次位置多項式係数計算器
41 ４次位置多項式係数計算器
42 選択器

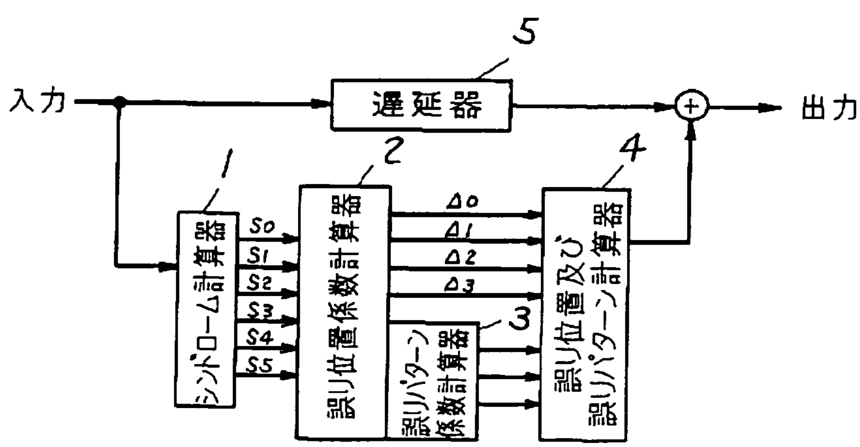
【図１】



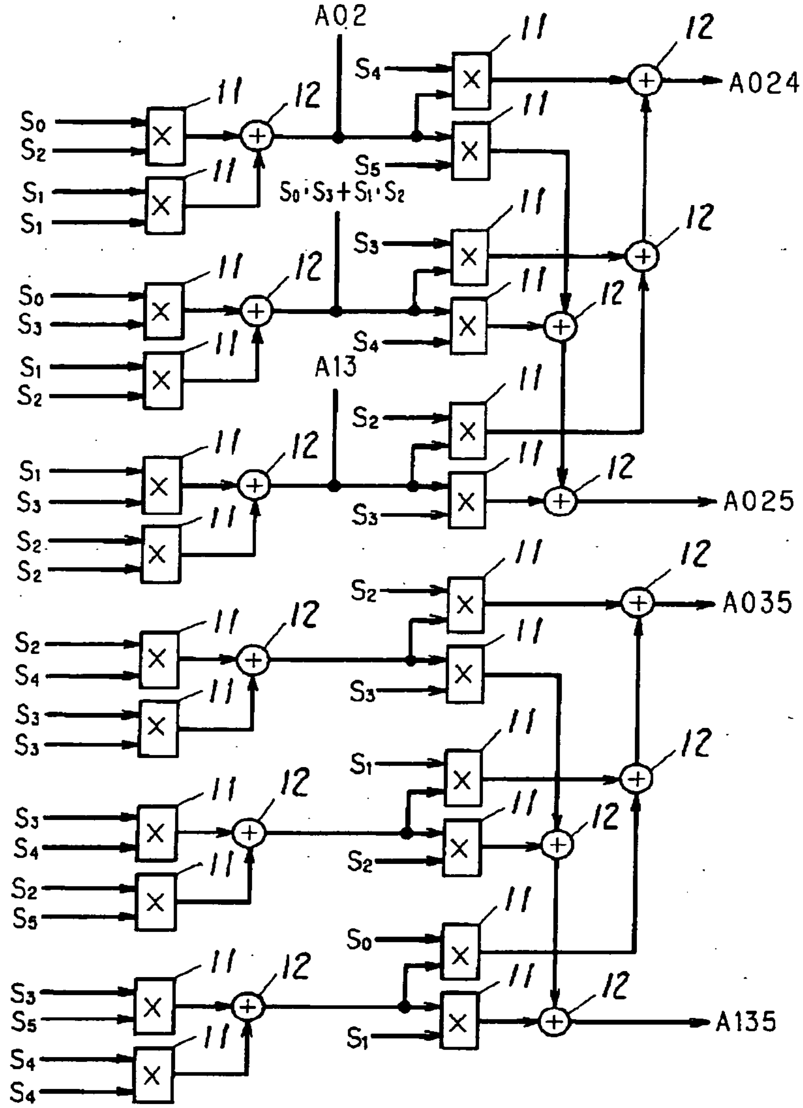
【図２】


シンドローム S0 S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7
35
36
37
1誤り判定
係数計算器
2誤り判定
係数計算器
3誤り判定
係数計算器
A04 A15 A26 A37
A06
A17
A02
A13
A24
A35
A46
A57
A024
A135
A246
A375
A0246
A1357
0誤り
判定器
1誤り
判定器
2誤り
判定器
3誤り
判定器
31
32
33
34
誤り個数
判定信号
1次位置多項式
係数計算器
2次位置多項式
係数計算器
3次位置多項式
係数計算器
4次位置多項式
係数計算器
A025
A035
38
39
40
41
σ10
σ20
σ21
σ30 σ31 σ32
σ40
σ41
σ42
σ43
選択器
42
σ0 σ1 σ2 σ3
係数

【図３】


5
入力
遅延器
出力
1
2
4
3
シンドローム計算器
S0
S1
S2
S3
S4
S5
誤り位置係数計算器
Δ0
Δ1
Δ2
Δ3
誤りパターン
係数計算器
誤り位置及び
誤りパターン計算器

【図4】


A02
A13
$S_0 \cdot S_3 + S_1 \cdot S_2$
11
12
A024
A025
A035
A135
S0
S1
S2
S3
S4
S5